

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-294877

(43)Date of publication of application : 04.11.1998

(51)Int.Cl.

H04N 1/60

G03F 3/08

H04N 1/46

(21)Application number : 09-101880

(71)Applicant : FUJI PHOTO FILM CO LTD

(22)Date of filing : 18.04.1997

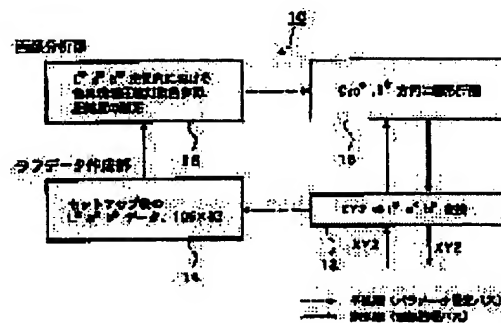
(72)Inventor : TAKEMOTO FUMITO

(54) COLOR CONVERSION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a color conversion method where only a required part of color reproduction area compression is compressed by analyzing an image and optimum color reproduction area compression depending on the image is conducted without sacrificing the color reproducibility to the utmost.

SOLUTION: Rough data of an image are generated from colorimetric data of the image obtained by applying colorimetric conversion to image data from an input medium. The image is analyzed from obtained rough data to obtain a hue histogram of a pixel in existence at the outside of an output medium color reproduction area, a lightness histogram and a saturation histogram and a compression object color space and a compression degree are obtained from the sets of the histogram as above. The compression object color space is compressed depending on the obtained compression degree and an image input color space is matched with an output color space.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.10.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

【特許請求の範囲】

【請求項 1】入力媒体から得られた画像データを測色変換して得られた画像の測色データを分析して、前記画像の入力空間から出力空間へ圧縮する方式を自動的に決定することを特徴とする色変換方法。

【請求項 2】前記分析される測色データは前記画像の測色データのラフデータであることを特徴とする請求項 1 に記載の色変換方法。

【請求項 3】前記色空間の圧縮では、圧縮対象となる色空間、および圧縮度を求め、求められた圧縮度に依存して前記圧縮対象色空間を圧縮することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の色変換方法。

【請求項 4】前記圧縮対象となる色空間および圧縮度は、前記画像の測色データから出力媒体色再現域外に存在する画素の色相ヒストグラム、明度ヒストグラムおよび彩度ヒストグラムから求められることを特徴とする請求項 3 に記載の色変換方法。

【請求項 5】前記圧縮対象色空間の圧縮は、色相を一定に保ちながら、彩度を前記圧縮度に比例して圧縮し、明度を前記圧縮度、明度および彩度に依存して圧縮することによって行うことを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の色変換方法。

【請求項 6】前記圧縮対象色空間の圧縮は、色相を出力媒体色材の色相へ変化させつつ、彩度を前記圧縮度に比例して圧縮し、明度を前記圧縮度、明度および彩度に依存して圧縮することによって行うことを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の色変換方法。

【請求項 7】前記画像のラフデータは、セットアップされた後の画像データから得られるものであることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の色変換方法。

【請求項 8】前記出力媒体色再現域外に存在する画素は、測色値データを出力媒体に依存する画像データに変換する出力側変換テーブルを用いて判断されることを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の色変換方法。

【請求項 9】前記圧縮度を出力画像サイズに応じて変換させることを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の色変換方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明は、入力色空間の色情報を出力色空間の色情報へ変換する場合における色再現域圧縮技術を用いた色変換方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】カラーマネジメントを考えないクローズな入出力デバイス一体型の従来色処理系では、入力デバイス各信号のダイナミックレンジは、出力デバイス各信号のダイナミックレンジに 1 対 1 で対応する。つまりカラーマネジメントを考えないクローズな色処理系では、色再現域圧縮は自然に行われるが、制御することができない。

【 0 0 0 3 】これに対し、入力信号を一旦 XYZ や $L^* a^* b^*$ のような測色信号へ変換するカラーマネジメントシステムでは、入出力相互の色再現範囲を考える必要性が生じるが、色再現域圧縮を制御することが可能となる。例えば、図 9 に示すような色処理系においては、入力デバイスから入力される RGB などの入力デバイス依存データ値を入力側変換によって、一旦 $L^* a^* b^*$ などの測色データに変換し、この測色データ $L^* a^* b^*$ を出力側変換によって、今度は出力デバイスに応じた CMY などの出力デバイス依存データ値に変換した後、出力デバイスに出力している。このため、測色データ $L^* a^* b^*$ において、色再現域圧縮によって、入力側の色再現域を出力色再現域に合わせることができる。このため、今までに色再現域圧縮技術については、種々の方法が提案されてきた。

【 0 0 0 4 】例えば、特開平 6 - 2 5 3 1 3 8 号公報および同 6 - 2 5 3 1 3 9 号公報には、色空間の部分色空間毎に異なる色マッピング法を指定し、部分色空間の間の連続性を保証した色再現域圧縮技術が開示されている。これらの色再現域圧縮技術においては、部分空間の間の連続性を保証する方法としてコンピュータグラフィックス分野のモーフィング技術を採用している。また、特開平 4 - 1 9 6 6 7 5 号公報および同 4 - 1 9 6 6 7 6 号公報には、明度は入出力色再現範囲双方の無彩色軸の明度の広がり比に応じて圧縮し、彩度は入出力色再現範囲の共通領域については変換せず、周辺領域については入出力色再現範囲の彩度の広がりに応じて圧縮する色再現域圧縮技術が開示されている。さらに、特開昭 6 1 - 2 8 8 6 6 2 号公報には、出力色再現範囲が入力色再現範囲より小さい場合、明度および彩度を一律にある所定の関数に従って、圧縮する色再現域圧縮技術が開示されている。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】ところで、図 9 に示すような色処理系においては測色再現（見た目通りの再現）することが可能となるが、単に測色再現だけを行うと、出力色再現域外の色はつぶれてしまうために、圧縮して階調を出す必要が出てくる。しかしながら、色再現域の圧縮が大きいと測色再現の忠実性が損なわれてしまう。すなわち、測色再現することと色再現域を圧縮すること（高彩度色の階調を出すこと）は、互いにトレードオフの関係にある。このため、測色再現を目的とした色変換の場合、色再現域圧縮はできるだけ行わない方がよいが、上記各公報に開示された色再現域圧縮技術は、いずれも画像に依存させないで一律に色再現域を圧縮するのであるため、出力媒体の色再現域内に存在している圧縮の不要な画素に対しても圧縮が掛かってしまう欠点がある。すなわち、どの画像に対しても一律に色空間を圧縮するだけであるので、結果として、効果的な画像とそうでない画像、特に測色再現の忠実性が損なわれた画像

が得られるという問題点が生じる。

【 0 0 0 6 】本発明の目的は、上記従来技術の問題点を解消し、画像を分析することにより、色再現域圧縮の必要な部分だけを圧縮することができ、できるだけ測色再現の忠実性を犠牲にすることなく、画像に依存した最適な色再現域圧縮を行うことのできる色変換方法を提供することにある。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は入力媒体から得られた画像データを測色変換して得られた画像の測色データを分析して、前記画像の入力空間から出力空間へ圧縮する方式を自動的に決定することの特徴とする色変換方法を提供するものである。

【 0 0 0 8 】ここで、前記分析される測色データは前記画像の測色データのラフデータであるのが好ましい。また、前記色空間の圧縮では、圧縮対象となる色空間、および圧縮度を求め、求められた圧縮度に依存して前記圧縮対象色空間を圧縮するのが好ましい。また、前記圧縮対象となる色空間、および圧縮度は、前記画像の測色データから出力媒体色再現域外に存在する画素の色相ヒストグラム、明度ヒストグラム、および彩度ヒストグラムから求められるのが好ましい。

【 0 0 0 9 】また、前記圧縮対象色空間の圧縮は、色相を一定に保ちながら、彩度を前記圧縮度に比例して圧縮し、明度を前記圧縮度、明度および彩度に依存して圧縮することによって行われるか、あるいは、色相を出力媒体色材の色相へ変化させつつ、彩度を前記圧縮度に比例して圧縮し、明度を前記圧縮度、明度および彩度に依存して圧縮することによって行われるのが好ましい。

【 0 0 1 0 】また、前記画像のラフデータは、セットアップされた後の画像データから得られるのが好ましい。また、前記出力媒体色再現域外に存在する画素は、測色値データを出力媒体に依存する画像データに変換する出力側変換テーブルを用いて判断されるのが好ましい。また、前記圧縮度を出力画像サイズに応じて変換させるのが好ましい。

【 0 0 1 1 】

【発明の実施の形態】本発明に係る色変換方法を添付の図面に示す好適な実施の形態に基づいてさらに詳細に説明する。図 1 は、本発明の色変換方法を実施する色処理系の全体の構成の一実施形態を示すブロック図であり、図 2 は、本発明の色変換方法の一実施形態を示すブロック図である。

【 0 0 1 2 】図 1 に示す色処理系 2 0 は、入出力デバイスのデバイス依存データ信号を、一旦測色データ信号に変換し、測色データ信号において本発明の色変換方法を実施する色再現域圧縮を含むカラーマネージメントを行う色処理系（カラーマネージメントシステム）であって、入力デバイスのデバイス依存データ信号を測色デ

ータ信号に変換する入力側測色変換部 2 2 と、測色変換された測色データ信号にセットアップを行うセットアップ部 2 4 と、本発明の色変換方法を実施する色再現域圧縮部 1 0 と、色再現域の圧縮によって出力色空間に合わせられた測色データ信号を出力デバイスのデバイス依存データ信号に変換する出力側測色変換部 2 6 とを有する。図 1 に示す色処理系 2 0 は印刷分野における色処理系であるが、本発明はこれに限定されず、色再現域圧縮を含むカラーマネージメントを行う公知の色処理系であってもよい。

【 0 0 1 3 】入力側測色変換部 2 2 は、デジタルカメラやスキャナなどの入力デバイスで得られたデバイス依存データ信号、例えば RGB データ信号、CMY データ信号などを測色データ信号、例えば CIE による XYZ データ信号や L^* a^* b^* 信号などに変換するものである。例えば図示例の入力側測色変換部 2 2 においては、デジタルカメラによって撮影された被写体の RGB 画像データ信号を色変換マトリックス、例えば 3×3 色変換マトリックスによって XYZ 測色データ信号に変換し、あるいはスキャナによって光電的に読み取られたリバーサルフィルム原稿（RV 原稿）の RGB 画像データ信号を 3 次元テーブル、例えば色変換ルックアップテーブル（LUT）によって XYZ 測色データ信号に変換する。

【 0 0 1 4 】なお、本発明においては、入力デバイスは、デジタルカメラやスキャナに限定されず、例えばテレビ、ビデオカメラ、テレビカメラ、コンピュータグラフィックスなどのような合成画像を電子的に作成するコンピュータや電子製版システムの画像作成用コンピュータなどであってもよいし、スキャナで読み取られる原稿も RV 原稿に限定されず、例えばネガティブフィルム原稿（ネガ原稿）、写真や印刷物などの反射原稿などであってもよい。入力デバイスのデバイス依存データ信号も RGB データ信号や CMY データ信号に限定されず、入力デバイスに応じた信号であれば何でもよいし、測色データ信号も XYZ データ信号や L^* a^* b^* データ信号に限定されず、他の従来公知の測色値であってもよい。また、データ信号の変換方法も、 3×3 色変換マトリックスや 3 次元色変換テーブルに限定されず、 3×4 または $3 \times 1 0$ などの色変換マトリックスや 3 つの 1 次元 LUT など公知色変換画像（式、関数）を用いるのもであってもよい。

【 0 0 1 5 】セットアップ部 2 4 は、入力デバイスで得られ、入力側測色変換部 2 2 によって変換された測色データ信号を、出力媒体上に最適に再現するための階調条件を自動設定し、入力側測色変換部 2 2 で求めた測色変換データをセットアップ済の測色変換データに変換するものである。図 1 に示すように、セットアップ部 2 4 は、入力側測色変換部 2 2 によって変換された XYZ データ信号と等価中性濃度（以下、END ともいう）との順逆両方向変換を行う END 順逆変換部 3 0 と、END

10

20

30

40

50

データ信号を間引いてラフデータを作成するラフデータ作成部 32 と、作成されたラフデータを用いて自動的に階調条件を設定するオートセットアップ部 34 とを有する。図 1 において、点線で示されるパスフローは、画像に応じたセットアップ用パラメータを設定し、設定されたセットアップ用パラメータを用いて階調を変換するための変換関数またはルックアップテーブル (LUT) を作成する。一方、実線で示されるパスフローはこの変換関数または LUT を使って、入力側測色変換部 22 で求めた測色変換データをセットアップ済測色変換データへ変換する本処理のパスフローである。

【0016】図示例のセットアップ部 24 においては、まず、END 順逆変換部 30 において、入力側測色変換部 22 から出力される XYZ データ信号を等価中性濃度 (END) に END 順変換マトリックスを使って変換し、次いで、ラフデータ作成部 32 において、END 順逆変換部 30 で得られた END データを間引いて、例えば、1 画面の画像が 1280×1000 画素の場合、画素数 106×83 (9298) 画素のラフデータとする。ラフデータ作成部 32 は、後述するラフデータ作成部 14 と同一の構成とするのが好ましい。その後、オートセットアップ部 34 では、オートセットアップを用いて END ラフデータ中のハイライト (HL) 濃度 (最小値) およびシャドウ (SD) 濃度 (最大値) を自動設定し、それぞれ出力媒体のダイナミックレンジの最小値 D_H および最大値 D_S に (例えば露出がアンダーやオーバーのフィルム原稿の濃度範囲を常に出力媒体の濃度範囲に合わせるように) 設定し、END ラフデータを設定された階調を持つ END ラフデータに変換する変換関数 (あるいは変換テーブル (1 次元 LUT)) を作成する。入力側測色変換部 22 によって変換された測色変換データは、END 順逆変換部 30 において END データへ変換され、この変換関数 (または LUT) を用いてセットアップ済 END データを作成した後、END 順逆変換部 30 において END 逆変換マトリックスを使ってセットアップ済 XYZ データ信号に逆変換する。こうしてセットアップ部 24 におけるオートセットアップは終了する。なお、セットアップ部 24 における画像データのオートセットアップの方法は上述した例に限定されるわけではなく、従来公知のオートセットアップの方法を適用してもよいことはいうまでもない。

【0017】次に、出力側測色変換部 26 は、色再現域圧縮部 10 において色空間圧縮された XYZ データ信号などの測色データ信号をブループリンタや印刷機などの出力デバイスで再現画像として出力するためのデバイ

ス依存データ信号、例えば CMYK データ信号に変換するものである。例えば、図示例の出力側測色変換部 26 においては、XYZ データ信号を 3 次元テーブル (3 次元 LUT) によってブループリンタでカラーブルーフとしてまたは印刷機で印刷物として出力するための CMYK データ信号に変換している。ここでは、3 次元テーブルとして、原シーン (被写体) に忠実な再現画像を出力するための原シーン忠実再現 3 次元 LUT および標準的な条件で再現画像を出力する標準条件再現 3 次元 LUT が例示されているが、本発明はこれに限定されるわけではなく、他の 3 次元テーブルであってもよい。

【0018】また、入力側測色変換部 22 同様、この出力側測色変換部 26 においても、対象とする出力デバイスや用いられる測色値データ、デバイス依存データおよび色変換方法 (逆写像となるが公知の逆写像であればよい) などとも上述例に限定されず、公知のものが適用可能である。例えば、出力デバイスとして、写真プリンタ、複写装置、CRT などのディスプレイ装置などであってもよいし、デバイス依存データとしては、CMY、RGB などのデータであってもよい。

【0019】色再現域圧縮部 10 は、本発明の最も特徴とする部分であって、本発明の色変換方法を実施する。図 2 に示すように、色再現域圧縮部 10 は、セットアップ後の XYZ データ信号と L' a' b' データ信号との双方向変換を行う双方向変換部 12 と、変換された L' a' b' データ信号を間引いてラフデータを作成するラフデータ作成部 14 と、作成されたセットアップ後のラフデータによって画像を分析して、色再現域圧縮対象色空間および圧縮度を設定する画像分析部 16 と、得られた色再現域圧縮対象色空間および圧縮度を用いて、色空間を圧縮する色空間圧縮部 18 とを有する。図 2 において、点線で示されるパスフローは、画像に応じた色空間圧縮用パラメータつまり、色再現域圧縮対象色空間および圧縮度を設定するパスであり、色空間圧縮に先立って行われる予備処理のパスフローである。一方、実線で示されるパスは、設定された色空間圧縮用パラメータを用いてセットアップ済の測色変換データを色空間圧縮する画像処理パスであり、画像データの圧縮を行う本処理のパスフローである。

【0020】双方向変換部 12 は、本発明法による色空間圧縮の対象とする色空間を L' a' b' 空間としているので、入力側では、測色変換された XYZ データを L' a' b' データに変換し、出力側では L' a' b' データを XYZ データに変換するものである。この順逆双方向の変換は、下式に基づき計算される。

$$L' = 116(Y/Y_0)^{1/3} - 16 \quad Y/Y_0 > 0.008856 \quad \dots (1)$$

$$a' = 500[(X/X_0)^{1/3} - (Y/Y_0)^{1/3}] \quad X/X_0 > 0.008856$$

$$b' = 200[(Y/Y_0)^{1/3} - (Z/Z_0)^{1/3}] \quad Y/Y_0 > 0.008856$$

$$Z/Z_0 > 0.008856$$

... (2)

ここに、

L' : L' a' b' 表色系における明度指数

a' b' : L' a' b' 表色系におけるクロマティックネス指数

X , Y , Z : XYZ 系における三刺激値

$$L' = 903.29 (Y/Y_0) \quad \dots (3)$$

X/X_0 , Y/Y_0 , または Z/Z_0 に 0.008 856 以下の値のものがあるときは、式 (2) の対応する立方根の項を、 $7.787(X/X_0) + 16/116$, $7.787(Y/Y_0) + 16/116$ または $7.787(Z/Z_0) + 16/116$ に置き換えて計算する。

【0021】ラフデータ生成部 14 は、後段の画像分析部 16 における画像分析処理を行うのに適正なデータ量とするために、双方向変換部 12 で変換された L' a' b' データを間引いてラフデータを生成するものであるが、間引き率（または量）もしくはラフデータのデータ量は、特に制限的ではなく、画像分析処理の処理量および要求される精度に応じて適宜選択すればよい。

【0022】図示例の色再現域圧縮部 10 においては、処理を単純化するためセットアップ部 24 におけるオートセットアップ用ラフデータと同じ画素サイズとするのがよい。この場合、1 画面の画像の各画素を縦および横方向に対して 1/6 に間引きした後、さらに 2×2 画素内を平均化し、最後に縦方向および横方向の画素を 1/2 に間引く。その結果、1 画面の画像が 1280×1000 画素の場合、ラフデータの画素数は、 106×83 (9298) 画素となる。なお、ここで、間引き処理の途中で平均化処理を行うのはノイズの低減を図るためであるが、本発明は、これに限定されず、どのようなラフデータの生成を行ってもよい。

【0023】画像分析部 16 は、ラフデータ生成部 14 で生成された、セットアップ後のラフデータに対し出力媒体色再現域外の画素を抽出し、抽出した画素の色空間内分布状況进行分析し、色再現域圧縮対象色空間と圧縮度を決定するものである。図 1 に示す色処理系が印刷を対象とするものであるので、画像分析部 16 においては、まず、1 画面の画像の各画素の L' a' b' データ（ラフデータ）が、出力媒体である印刷物の色再現域内にあるか色再現域外にあるかを判断し、色再現域外にある画素を抽出する。ここで、1 画面の各画素が印刷物再現域外（以下、単に色再現域外ともいう）か否かの判断は、 L' a' b' データ（ラフデータ）を双方向変換部 12 で XYZ データに変換した後、図 1 に示す出力側色変換部 26 において出力側色変換テーブル（3 次元 LUT など）を用いて、出力デバイスデータである $CMYK$ データへ変換することにより、確認することができる。

【0024】次に、こうして得られた印刷物再現域外面素の色相 Hab' 範囲を抽出する。まず、ここでは、印刷物再現域外面素の L' a' b' データから色相 Hab' (L' a' b' 空間の a' b' 平面上の極座標の角度

X_0 , Y_0 , Z_0 : 完全拡散反射面の XYZ 系における三刺激値

ただし、 Y/Y_0 が 0.008 856 以下の場合、 L' は次の式で求める。

方向) を計算し、色相 Hab' ヒストグラムを作成し、1 : 2 : 1 移動平均法によるスムージングを掛ける。こうして得られた色相 Hab' ヒストグラム ($0^\circ \sim 360^\circ$) の一例を図 3 (a) に示す。なお、ここで、色相 Hab' ヒストグラムを作成するために移動平均法によるスムージング処理を行うのは、単なる印刷物再現域外面素の色相ヒストグラムでは、図 3 (a) に示すようななめらかな曲線にならず、高周波成分が乗った、微細な凹凸の激しい曲線となるため、後段において閾値によって切り出される色相範囲がずれたり、逆転したりしてかえって不正確になるからである。ここで、移動平均の比率は、1 : 2 : 1 に限定されず、他の比率であってもよく、公知のものから、適宜選択すればよい。

【0025】このようにして得られた印刷物再現域外面素の色相 Hab' ヒストグラムの頻度値に対してしきい値（閾値）を設けることにより、印刷物再現域外面素の色相 Hab' 範囲を抽出する。ここでは、図 3 (a) に示すような色相 Hab' ヒストグラムに対して、図 3 (b) に示すように閾値 40 (画素頻度) を設け、頻度 40 以上の色相範囲として、 $H_1 \sim H_2$ および $H_3 \sim H_4$ を抽出することができる。ここで、閾値 40 は、ラフデータ (8298 画素) である図示例の場合の値であって、閾値としては、上述した 40 に限定されるわけではなく、ラフデータのデータ量（画素数）、画像の種類とサイズ、入出力デバイスのデータの量と精度（階調）、再現画像の要求画質等に応じて適宜設定すればよい。

【0026】このようにして求められた印刷物再現域外面素の各色相 Hab' 範囲にある画素群それぞれについて明度 L' 累積ヒストグラムを作成し、明度 L' 範囲を求め、印刷物再現域外面素群の明度 L' 範囲を抽出する。すなわち、図 3 (b) に示す色相 Hab' ヒストグラムから閾値 40 によって抽出された色相 Hab' 範囲 $H_1 \sim H_2$ にある全画素について作成した明度 L' 累積ヒストグラムを図 4 (a) に、色相 Hab' 範囲 $H_3 \sim H_4$ にある全画素について作成した明度 L' 累積ヒストグラムを図 4 (b) に示す。こうして得られた各色相範囲 $H_1 \sim H_2$ および $H_3 \sim H_4$ に対応する図 4 (a) および (b) の明度 L' 累積ヒストグラムにおいて、上下各 2% の累積頻度を除いた範囲、すなわち累積頻度 2 ~ 98% の範囲にある明度 L' の範囲 $L_1 \sim L_2$ および $L_3 \sim L_4$ をそれぞれ抽出する。ここで、明度 L' について累積ヒストグラムを使うのは、単なるヒストグラムよりも抽出される明度 L' の範囲がより安定するからである。

【0027】なお、ここで印刷物再現域外画素群の明度 L' の範囲を求める際に上下各 2% の累積頻度を除くのは、ノイズを含む恐れのある明度 L' あるいは極端な（例えば、明るすぎるまたは暗すぎる）明度 L' を持つ画素を除いて、適正な明度を持つ画素群だけにするためである。ここで、図示例では、上下各 2% の累積頻度部分を除去しているが、本発明はこれに限定されず、画像の種類やサイズ、階調や画質等々に応じて適宜選択すればよい。

【0028】先に求められた印刷物再現域外画素の各色相 Hab' 範囲にある画素群に対し、図 5 (a) に示すように、 $L'a'b'$ 空間の $a'b'$ 平面上で彩度 Cab' 方向 ($a'b'$ 平面上の極座標の半径方向) 上の色再現域境界上を 1 に規格化し、色再現域外、つまり 1.0 以上へ出ている度合 (色再現域外率) を表した累積ヒストグラムを作成し、得られた各色相 Hab' 範囲に対応する各々の規格化彩度 Cab' 累積ヒストグラム (規格化彩度 Cab' の色再現域外における色再現域外画素の累積頻度を表わす) から圧縮率を求める。ここで、図 3 (b) に示す各色相 Hab' 範囲 $H_1 \sim H_i$ 、および $H_i \sim H_j$ 、に対応する規格化彩度 Cab' 累積ヒストグラムをそれぞれ図 5 (b) および (c) に示す。図 5

(b) および (c) に示す各々の規格化彩度 Cab' 累積ヒストグラムにおいて、累積頻度 25% に対応する色再現域外における規格化彩度 Cab' の値をそれぞれ求めて、 C_i および C_j とする。ここで、彩度 Cab' の累積頻度を 25% としているが、本発明はこれに限定されるわけではなく、画像の種類やサイズ、階調、精度、画質等に応じて適宜選択すればよい。

【0029】このようにして圧縮率決定パラメータ (規格化彩度値) C_i ($i=1, 2, \dots$) を求めることができる。ここで i は、色再現域外画素群の各色相範囲にある画素群の番号であり、図示例では色相範囲 $H_1 \sim H_i$ に対応する番号が 1、色相範囲 $H_i \sim H_j$ に対応する番号が 2 である。こうして得られた規格化彩度値 C_i ($i=1, 2, \dots$) を用いて、下記式 (4) によ

$$Cpi = Ci - 1.0 \quad \dots (4)$$

【0030】なお、圧縮率 Cpi は出力画像サイズに応じて変化させてもよい。この場合には、圧縮率 Cpi は、上記式 (4) をさらに一般化した下記式 (5) によって求めることができる。

$$Cpi = k (Ci - 1.0) \quad \dots (5)$$

ここで、 k は出力画像サイズに依存した係数である。なお、圧縮率に出力画像サイズを考慮するのは、出力画像サイズが大きい場合には、高彩度色の階調の有無が明瞭に視認され、再現画像の不自然さが目立つことになるが、出力画像サイズが小さい場合には、これが視認されないからである。

【0031】ところで、上記式 (4) および (5) で示

される圧縮率 Cpi は、0.3 を最大値とするのがよい。この理由は、圧縮率 Cpi が 0.3 を越えて大きくなりすぎると、色再現域内の画像の色の彩度が落ちすぎ、あまりにも鮮やかさのない色になりすぎ、不自然な画像となるので好ましくない。従って、本発明においては、圧縮率 Cpi を決定するパラメータである規格化彩度値 C_i を決定する累積頻度値は圧縮率 Cpi が 0.3 を超えない範囲において、画像 (シーン) の種類やサイズ、階調や精度、要求画質等に応じて適宜選択すればよい。

【0032】次に、色再現域圧縮対象色空間パラメータから色空間の圧縮対象範囲を決定する。色再現域外画素の色相範囲 $H_1 \sim H_i$ 、 $H_i \sim H_j$ 、および明度範囲 $L_1 \sim L_i$ 、 $L_i \sim L_j$ 、などの色再現域圧縮対象色空間パラメータを用いて、近隣の色空間との連続性を保つことのできる色再現域圧縮対象色空間強度 (以下、単に色空間圧縮強度という) T_i を各色相範囲の画素群 i 毎に決定する。

【0033】例えば、色相 Hab' 範囲 $H_1 \sim H_i$ 、およびこれに対応する明度 L' 範囲 $L_1 \sim L_i$ における色空間圧縮強度 T_i の一例を図 6 に示す。図 6 に示すように、色再現域外として抽出された色相範囲 $H_1 \sim H_i$ と明度範囲 $L_1 \sim L_i$ で囲まれる矩形内においては色空間圧縮強度 T_i を 1.0 に設定し、この矩形範囲を色相両方向および明度両方向について外側方向に所定範囲、図示例では色相方向には $\pm 20^\circ$ および明度方向 ± 20 だけ広げた矩形範囲、すなわち色相範囲 $H_i - 20 \sim H_i + 20$ および明度範囲 $L_i - 20 \sim L_i + 20$ からなる矩形範囲において色空間圧縮強度 T_i を 0.0 に設定して、両矩形範囲で囲まれる範囲の色空間に対しては、色空間圧縮強度 T_i を 0.0 ~ 1.0 まで連続的に変化するように設定する。同様にして、色相 Hab' の範囲 $H_i \sim H_j$ 、およびこれに対応する明度 L' の範囲 $L_i \sim L_j$ における色空間圧縮強度を設定することができる。

【0034】色空間圧縮強度 T_i をこのように設定することにより、色再現域圧縮対象色空間と圧縮対象でない近隣空間との連続性を保つことができる。ところで、図 6 に示す例において、色空間圧縮強度 T_i を 0 ~ 1.0 まで変化させる色相範囲および明度範囲の拡張幅は、それぞれ $\pm 20^\circ$ および ± 20 に設定されているが、本発明はこれに限定されず、色再現域外画素の色相範囲および明度範囲の大きさ、画像 (シーン) の種類やサイズ、階調、精度、要求画質等に応じてなめらかに近隣色空間に連続するように適宜選択すればよい。

【0035】色空間圧縮部 18 は、こうして求められた色再現域圧縮対象色空間強度 T_i と先に求められていた圧縮率 Cpi を用いて、セットアップ済側色変換データに対して色再現域外の各色相範囲 i 毎に、色空間を圧縮する。ここでは、各色相範囲 i 毎に、彩度 Cab' は、上記色再現域圧縮対象色空間強度 T_i と圧縮率 Cpi と

10

20

30

40

50

の積を用いて、下記式 (6) に従って、線形に圧縮する。明度 L' も、各色相範囲 i 毎に、上記色再現域圧縮対象色空間強度 T_i と圧縮率 C_{pi} との積を明度 L' と

$$C a b' = C a b' (1.0 - C_{pi} T_i) \quad \dots (6)$$

$$L' = L' - (1.0 - C_{pi} T_i) L c i C c i \quad \dots (7)$$

ここで、 $C a b'$ および L' は、それぞれ色空間圧縮後の彩度および明度であり、 $C a b'$ および L' は、それぞれ圧縮前の彩度および明度である。 $C c i$ および $L c i$ は、それぞれ彩度 $C a b'$ 依存関数および明度 L' 依存関数である。

【0036】本発明において用いられる明度 L' 依存関数 $L c i$ の一例を図 7 (a) に、彩度 $C a b'$ 依存関数 $C c i$ の一例を図 7 (b) に示す。ここで、図 7 (a) に示す、明度 L' 依存関数 $L c i$ において、明度 $L' = 90$ は印刷における紙の濃度を示す定数であり、 $L' = 10$ は印刷における最大インク濃度を示す。また、図 7 (b) に示す彩度 $C a b'$ 依存関数 $C c i$ において、関数値 $C c i = 1.0$ に飽和する彩度 $C a b' = 50$ は、印刷物再現域範囲における最大彩度値を示す。ここで、図 7 (a) および (b) に示される明度依存関数 $L c i$ および彩度依存関数 $C c i$ ならびにこれらに用いられる定数 (明度 $L' = 20, 90$ 、関数値 $L c i = 15$ 、彩度 $C a b' = 50$) は、これらに限定されるわけではなく、対象とする色処理系の入出力デバイス、入出力媒体、画像の種類やサイズ、階調や精度、画質等の条件に応じて適宜選択すればよい。また、これらの関数は、線形な関数ではなく、非線形な関数であっても良いし、色相 $H a b'$ に依存させて各定数を変化させても良い。図 7 (a) および (b) に示される明度依存関数 $L c i$ および彩度依存関数 $C c i$ を用いた色空間圧縮の状態を図 8 に模式的に示す。彩度方向は圧縮度に比例して圧縮され、明度方向は明度と彩度に依存して圧縮されている。

【0037】以上のようにして、色空間圧縮部 18 においては、色空間圧縮演算、具体的には色空間圧縮後の明度 L' および彩度 $C a b'$ の演算が行なわれる。双方向変換部 12 で変換された全画素のセットアップ済測色変換データ ($L' a' b'$ データ) は、色再現域外画素の色相範囲 (色再現域圧縮対象色空間) の画素に対して上記式 (6) および (7) で演算され、色空間圧縮された画像データが求められ、双方向変換部 12 で $X Y Z$ データに戻される。

【0038】さらに、本発明においては、抽出された色再現域外画素の色相範囲にはすべて本発明法による色空間圧縮を行っているが、いくつかの色相範囲のうち、特定の色相のもののみを選択して、あるいは同一の色相範囲においても異なる位置にある画素群に対して、圧縮するもしくは圧縮しないことを外部から指示または入力するように構成することも可能である。もちろん、予め、色相範囲あるいは色相、彩度および明度の各範囲を指定しておき、圧縮するしないを自動選択させてもよい。

彩度 $C a b'$ に依存させて、下記式 (7) に従って、線形に圧縮する。これに対し、色相 $H a b'$ は、変化させず、一定に保つ。

【0039】なお、上述した例では、色空間を圧縮する際に、色再現域外画素の色相 $H a b'$ の範囲を描出し、その色相範囲のみに色空間圧縮を行うが、色相 $H a b'$ 自体は変化させずに一定に保っている。しかしながら、本発明はこれに限定されず、色相も変化させるようにしてもよい。この場合には、色相は、出力媒体の色材の色相へ変化させるのが好ましい。

【0040】本発明に係る色変換方法を種々の実施例を挙げて、詳細かつ具体的に説明したが、本発明はこれに限定されるわけではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、種々の改良や変更が可能なことはもちろんである。

【0041】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、出力媒体色再現域外に存在している画素の色相のみを圧縮の対象としているので、他の色相の画素の色再現に影響を与えないで、色再現域 (色空間) の圧縮を行うことができる。従って、本発明によれば、できるだけ測色再現の忠実性を損なわず、近隣画素との連続性を保ちながら、原画像 (オリジナル、例えば被写体や原稿画像) または入力画像と同等の色階調を再現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る色変換方法を実施する色処理系の全体構成を示す一実施形態を示すブロック図である。

【図 2】 本発明に係る色変換方法を実施する色再現域圧縮部の全体構造およびフローの一実施形態を示すブロック図である。

【図 3】 (a) および (b) は、それぞれ図 2 に示す画像分析部において得られる色再現域外画素の色相 $H a b'$ ヒストグラムの一例およびこの色相 $H a b'$ ヒストグラムから抽出される色再現域外画素の色相範囲の一例を示すグラフである。

【図 4】 (a) および (b) は、それぞれ図 2 (b) に示す色再現域外画素群の各色相範囲に対応する明度 L' 累積ヒストグラムの一例を示すグラフである。

【図 5】 (a) は、色再現域外画素群の各色相範囲にある画素群に対して彩度方向上の再現域境界を 1 に規格化することを説明する説明図であり、(b) および (c) は、それぞれ図 2 (b) に示す色再現域外画素群の各色相範囲に対応する規格化彩度 $C a b'$ 累積ヒストグラムの一例を示すグラフである。

【図 6】 図 2 に示す色空間圧縮部において得られる色再現域圧縮対象色空間強度の一例を示すグラフである。

【図 7】 (a) および (b) は、それぞれ図 2 に示す色空間圧縮部において得られる明度方向の、色空間圧縮

に用いられる明度依存関数の一例および彩度依存関数の一例を示すグラフである。

【図 8】 本発明の色変換方法において実施される色空間圧縮を説明する説明図である。

【図 9】 カラーマネージメントを行う色処理系を示すブロック図である。

【符号の説明】

10 色再現域圧縮部

12 双方向変換部

14 ラフデータ作成部

16 画像分析部

18 色空間圧縮部

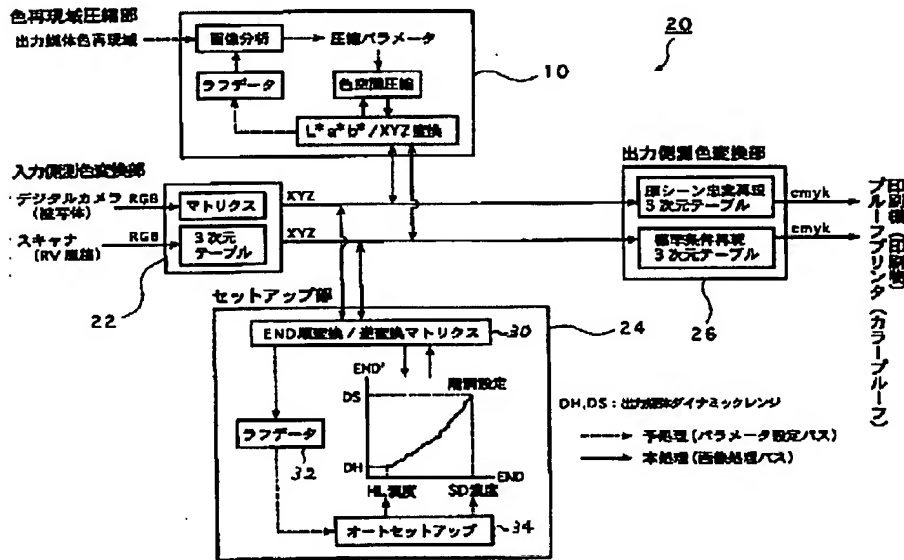
20 色処理系

22 入力側測色変換部

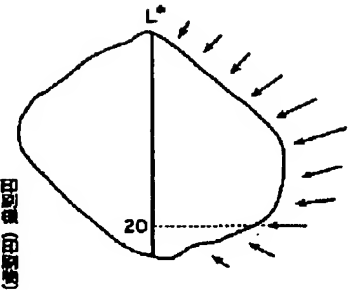
24 セットアップ部

26 出力側測色変換部

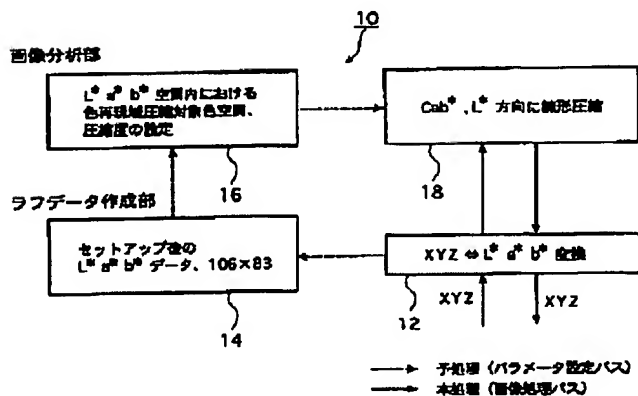
【図 1】



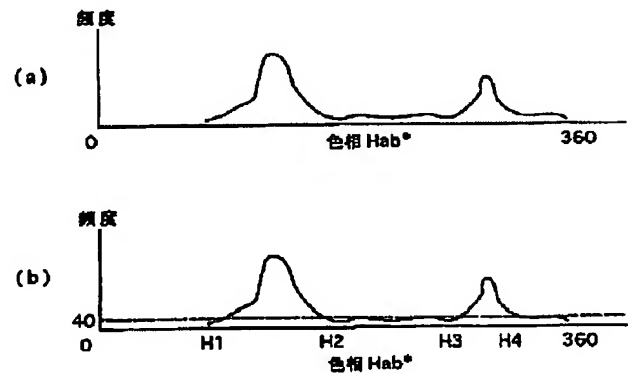
【図 8】



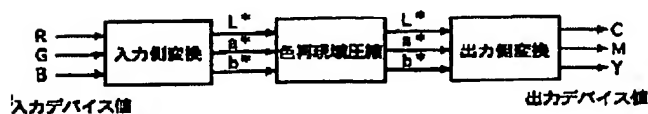
【図 2】



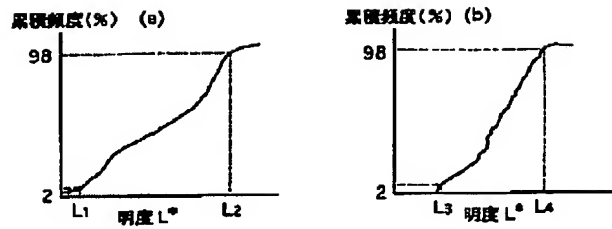
【図 3】



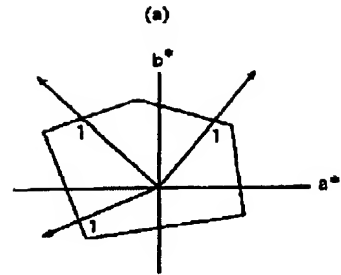
【図 9】



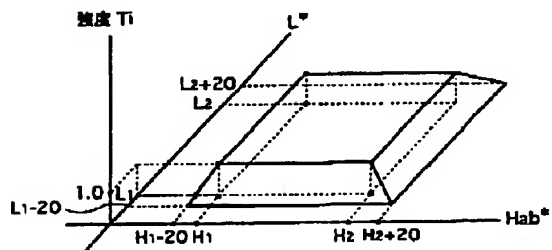
【 図 4 】



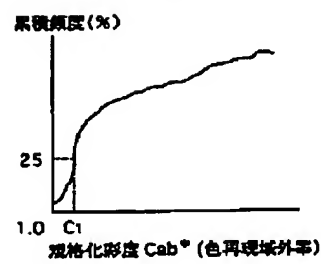
【 図 5 】



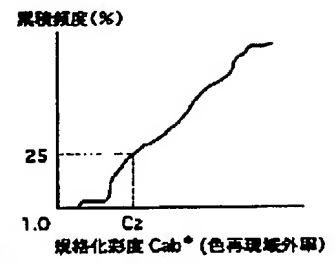
【 図 6 】



(b)



(c)



【 図 7 】

